

**Greenhouse system with solar-powered seawater demineralisation, where greenhouse, evaporator, cooler for condensation, and condensation are combined due to the biological microclimate of the crops to a functionally and economically complementing unit**

**Patent number:** DE3332499  
**Publication date:** 1985-04-11  
**Inventor:**  
**Applicant:** WESTERN PROMOTIONS LTD [GB]  
**Classification:**  
**- international:** A01G9/24; A01G9/14; E03B3/00; E04H5/08; C01D3/06; C02F1/14  
**- european:** A01G9/24C; C02F1/14  
**Application number:** DE1983332499 19830908  
**Priority number(s):** DE1983332499 19830908

**Abstract of DE3332499**

In a greenhouse system with solar-powered seawater demineralisation, where greenhouse, evaporator and cooler for condensation are combined due to the biological microclimate of the crops to a functionally and economically complementing unit, evaporation and condensation take place within the greenhouse. The water is evaporated in open containers, and condensation takes place around the plants. The waste heat of the cooling system used for the condensation is fed to an evaporator.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
11 DE 3332499 A 1

21 Aktenzeichen: P 33 32 499.9  
22 Anmeldetag: 8. 9. 83  
43 Offenlegungstag: 11. 4. 85

51 Int. Cl. 3:  
A 01 G 9/24

A 01 G 9/14  
E 03 B 3/00  
E 04 H 5/08  
C 01 D 3/06  
C 02 F 1/14

Behördeneigentlich

DE 3332499 A 1

71 Anmelder:  
Western Promotions Ltd., London, GB

74 Vertreter:  
Fhr. von Uexküll, J., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Graf zu  
Stolberg-Wernigerode, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Suchantke, J., Dipl.-Ing.; Huber, A., Dipl.-Ing.; von  
Kameke, A., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 2000 Hamburg;  
Schulmeyer, K., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
2087 Hasloh

72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-PS	30 06 083
DE-AS	16 32 943
DE-OS	29 39 673
DE-OS	28 18 149
DE-OS	26 35 423
DE-OS	26 26 902
DE-GM	831 45 532
US	43 34 886
US	41 25 963
US	38 80 719
US	10 06 195

DE-Z: »Gb + Gw«, Nr.39 v.1.10.1979, S.940-944;  
GB-Buch: M.Malik, Solar Distillation Pergamon,  
Oxford 1982, S.100-109;

54 Gewächshaus-Anlage mit solar betriebener Meerwasser-Entsalzung, bei der Gewächshaus, Verdunster, Kühler zur Kondensation und Kodensation infolge des biologischen Kleinklimas der Pflanzkulturen zu einer sich funktionell und ökonomisch ergänzenden Einheit zusammengefügt sind

Bei einer Gewächshaus-Anlage mit solar betriebener Meerwasser-Entsalzung, bei der Gewächshaus, Verdunster, Kühler zur Kondensation infolge des biologischen Kleinklimas der Pflanzkulturen zu einer sich funktionell und ökonomisch ergänzenden Einheit zusammengefügt sind, erfolgt die Verdunstung und die Kondensation innerhalb des Gewächshauses. Das Wasser wird in offenen Behältern verdunstet, und die Kondensation findet im Bereich der Pflanzen statt. Die Abwärme der zur Kondensation verwendeten Kühlanlage wird einem Verdunster zugeführt.

DE 3332499 A 1

## PATENTANSPRÜCHE

1. Gewächshausanlage mit solar betriebener Meerwasser-Entsalzung, bei der Gewächshaus, Verdunster, Kühler zur Kondensation und Kondensation infolge des biologischen Kleinklimas der Pflanzkulturen zu einer sich funktionell und ökonomisch ergänzenden Einheit zusammengefügt sind, dadurch gekennzeichnet, daß Verdunstung und Kondensation innerhalb eines Gewächshauses stattfinden. Hierbei erfolgt die Zirkulation des freien, gasförmigen Mediums selbstätig durch Schwerkraft. Die Verdunstung des Wassers (ggf. salzhaltig und erst nach Aufbereitung biologisch nutzbar) erfolgt ein- oder mehrstufig in offenen Behältnissen. Die Kondensation erfolgt im Bereich der Pflanzen infolge des von diesen erzeugten Kleinklimas sowie an ggf. zusätzlich installierten Kühlflächen, die an eine externe Kühlanlage herkömmlicher Art angeschlossen werden (z.B. Absorber mit solar betriebenen Kocher). Die Abwärme der Kühlanlage wird einem Verdunster zugeführt, der mit elastischen Zwischenwänden ausgestattet ist, über denen die Sole versprüht wird, wodurch Salz als Nebenprodukt gewonnen wird.

2. Gewächshausanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Kühlung horizontal angeordnet wird. Hierdurch tropft das Kondensat flächenförmig über dem gesamten Bewuchs ab. Diese Methode ist auch unabhängig von der Entsalzung als Beregnungsanlage verwendbar.

3. Gewächshausanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Kühlung aus Lamellen besteht, die schwenkbar angeordnet werden zum zusätzlichen Zwecke der Regelung der Belichtung.

4. Gewächshausanlage nach Anspruch 1 und Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen als Reflektoren ausgebildet sind, die die Verdunstungsbehältnisse anstrahlen.

5. Gewächshausanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die konzentrierte Sole aus der Anlage 1 unter Verwendung der Abwärme der Kühlanlage eingedampft und getrocknet wird, um Salz zu gewinnen.

6. Gewächshausanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdunstungsbehältnisse mit elastischen Material ausgelegt sind, daß entweder mechanisch oder pneumatisch bewegt wird, um Salzkristalle abzusprengen, wobei die Behältnisse ggf. zur Entleerung gekippt werden können, oder das als fortlaufendes Band durch die Behältnisse gezogen wird, wobei das Salz an einer Stelle durch Verformung des Bandes und durch Abschaben gewonnen wird.

7. Gewächshausanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dachhaut und (oder) die Aussenwände und (oder) die Kühler statt durch eine externe Kühlanlage mit Meerwasser gekühlt werden.

## BESCHREIBUNG:

Gewächshaus-Anlage mit solar betriebener Meerwasser-Entsalzug.

Die Erfindung betrifft eine Gewächshaus-Anlage in der eine ein- (Fig. 1) oder mehrstufige (Fig. 2) Verdunstungs-Einrichtung installiert ist, mittels derer verunreinigtes -speziell versalzenes- Wasser (z.B. Meerwasser) aufbereitet wird, um den Wuchs von Pflanzen oder Tieren zu ermöglichen. Die Aufbereitung erfolgt unter Ausnutzung der Sonnen-Energie. Die Verdunstung erfolgt in offenen Behältnissen (1) die zum Zwecke besserer Absorption der Sonnenenergie schwarz gefärbt sein sollten. Die Behältnisse sind so anzuordnen, daß sie gut bestrahlt (2) werden und so, daß das gasförmige Träger-Medium durch Auftrieb aufsteigen kann (3). Das gesättigte Medium (4) wird auf einen Kühler (5) geleitet, an dem es zur Kondensation (6) kommt. Der Kühler (5) ist so anzuordnen, daß die abgekühlte Luft ungehindert durch Schwerkraft nach unten strömen kann (7), wobei zwangsweise gesättigtes Medium (3) nachgesaugt wird.

Die Anordnung von strömungsleitenden Flächen (8), die als Konvektoren (9) ausgebildet sein können, fördert die Wirksamkeit.

Die strahlendurchlässige Dachfläche (10) über den Verdunstungsbehältnissen (1) ist schräge anzuordnen und zwar so, daß die Fläche vom Verdunster in Richtung Kühler ansteigt. Das ungesättigte Medium strömt durch einen Einströmschlitz (11) von unten an der Dachschrägen über den Verdunster nach.

Bei einer Anlage nach UNTERANSPRUCH 1 (Fig. 3) werden die Kühler z.B. durch ein Rohrsystem (20) gebildet, das über die gesamte Fläche spannt, die beregnet werden soll. Ein Gitternetz (21) aus wärmeleitendem Material sorgt bei gleichzeitiger Gewährleistung der Bestrahlung (2) der Fläche für dichtere Beregnung. Der Rückstrom des ungesättigten Mediums (22) erfolgt in diesem Falle durch einen Strömungskanal (23), der aus dem Raum unterhalb der Kühlfläche (24) bis über die Verdunstungsbehältnisse führt.

Bei einer Anlage nach UNTERANSPRUCH 2 werden die flächenförmig angeordneten Kühler als Lamellen (25) ausgebildet und entweder selbst als Hohlkörper ausgebildet (26) und von dem Kühl-Medium (27) durchströmt oder aber wärmeleitend mit dem das Kühl-Medium beinhaltenden Leitungsnetz verbunden. Die Lamellen sind schwenkbar (28) angeordnet. Durch Schwenken werden die Besonnung (29) sowie die Zirkulation geregelt.

Bei einer Anlage nach UNTERANSPRUCH 3 werden die Lamellen zumindest oberseitig mit einer reflektierenden Oberfläche (30) versehen. Diese erhöht die Kühlwirkung und kann genutzt werden, um durch entsprechende Einstellung die Verdunstungsbehältnisse zu bestrahlen (31). Dieses erhöht den Wirkungsgrad.

Die Anlage soll in sonnenreichen Gebieten die Anzucht

insbesondere von Pflanzen (33) aber auch von Tieren in einer Umgebung ermöglichen, in der nur verunreinigte, speziell versalzene (34) Wässer vorhanden sind. Die Anlage soll gem. Fig. 4 alle Komponenten Gewächshaus (I), Aufbereitung des Wassers durch Verdunstung (II) und Kondensation (III) in sich vereinigen und hierbei zusätzlich den Effekt des Kleinklimas bei Pflanzenwuchs zum Zwecke der Kondensation (IV) nutzen.

Bei einer Anlage nach UNTERANSPRUCH 4 wird die Abwärme der Kältemaschine, die z.B. als Absorber mit einem solar betriebenen Kocher ausgestattet werden kann, eingesetzt, um in einem Kühlturm (40) die konzentrierte Sole (41) als Abfallprodukt der Anlage nach 1 einzudampfen und an elastischen Zwischenwänden (42) kristallisieren und trocknen zu lassen. Die Sole wird über den Zwischenwänden versprüht (43). Die Kristalle werden abgesprengt, indem die Zwischenwände mechanisch oder pneumatisch verformt werden.

Bei einer Anlage nach UNTERANSPRUCH 5 wird die Sole bis zur Kristallisation in den Verdunstungs- Behältnissen belassen. Um die kristallisierten Salze leicht gewinnen zu können, ist eine Auskleidung mit elastischen Material vorgesehen. Dieses kann wahlweise als endloses Band durch das Behältnis gezogen werden, oder es bleibt fest installiert und wird mechanisch oder pneumatisch verformt. Im ersten Falle kann das Band ggf. auch aus dem Gewächshaus herausgeführt werden, wobei durch mehrfache Umlenkungen und durch Abschaben das Salz an einer Stelle anfällt. Im zweiten Falle fällt das Salz in den Behältnissen an, die zum Zwecke der Entnahme vorteilhafterweise schwenkbar installiert werden sollten. Diese Methode erfordert weniger technischen Aufwand, ist jedoch nur zyklisch zu betreiben, da die Brauchwassergewinnung in der Endphase der Salzgewinnung nicht aufrechterhalten bleiben kann. Die erste Methode erlaubt kontinuierlichen Betrieb.

Bei einer Anlage nach UNTERANSPRUCH 6 erfolgt die Kühlung zur Unterstützung der Kondensation und zur Klimatisierung durch Grund- oder Meerwasser. Steht dieses zu verwendbaren Temperaturen in ausreichender Menge zur Verfügung, so werden die Kühler (5) korrosionsfest ausgelegt und entweder direkt oder zur Vermeidung von Korrosionen über einen Sekundärkreislauf mittels eines Wärmetauschers mit Meer- oder Grundwasser gekühlt. Auch oder zusätzlich können die Aussenflächen des Gewächshauses gekühlt werden, indem diese von aussen besprüht werden oder indem diese doppelwandig -z.B. aus den bekannten Doppel- mehrfach- oder Stegverglasungen hergestellt werden, deren Zwischenräume von der Kühlflüssigkeit durchströmt werden (z.B. wie in Zeichnung C 15). Die Kondensation tritt dann an den gekühlten Flächen auf.

#### STAND DER TECHNIK:

Meerwasser-Entsalzungs-Anlagen sind bekannt. Die Entsalzung durch Verdunstung ist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit durch Anlagen ersetzt, die auf kleinerem Raum unter Nutzung anderer Primärenergien (Öl, Elektrizität) hohe Effektivität erreichen und dabei Trinkwasser produzieren. Dieses Wasser wird auf Freiflächen oder in Gewächshäusern versprengt, um so in

Trockengebieten Pflanzenwuchs auch dort zu ermöglichen, wo keine geeigneten Grund- oder Oberflächenwässer zur Verfügung stehen. Gewächshäuser werden hierbei eingesetzt, um die Verdunstung der Pflanzen und die Austrocknung des Bodens einzuschränken.

NACHTEILE HERKÖMMLICHER METHODEN liegen darin begründet, daß zwei separate Anlagen errichtet werden. Der Anbau ist abhängig davon, ob eine Anschlußmöglichkeit zu einer Aufbereitungsanlage besteht. Relativ kostspielig ist die Aufbereitung zu hochwertigem Wasser, das anschließend für Zwecke vergeudet wird, für die mindere Qualität ausreichend wäre. Andererseits wird in den Gewächshäusern die Möglichkeit, die flächenaufwendige aber verfahrenstechnisch billige Methode der Verdunstung anzuwenden nicht genutzt.

Ungenutzt bleibt auch der Umstand, daß Pflanzenwuchs auf natürliche Weise Temperaturdifferenzen ausgleicht, durch die die Kondensation und damit der Wirkungsgrad der Anlage gefördert wird.

#### AUFGABE:

Die Erfindung hat die Aufgabe, die Probleme der Entsalzung, der Kondensation des zu gewinnenden entsalzten Wassers, des Pflanzenwuchses in Trockenregionen sowie des Pflanzens in heißen Regionen in einer Anlage kostengünstig zu bewältigen.

#### LÖSUNG:

Die Aufgabe wird erfindungsmäßig dadurch gelöst, daß die Verdunstung in einem offenen Behältnis in einer oder in mehreren Stufen erfolgt. Das Behältnis ist der Sonnenstrahlung auszusetzen. Es kann auf der bestrahlten Seite zur Steigerung der Verdunstung dunkel eingefärbt werden. Zu- und Ablauf sind in Flußrichtung weit voneinander anzulegen, was auch durch Umlenkung der Sole (12) erreicht werden kann. Die abfließende Sole ist damit erheblich höher konzentriert als die einströmende Sole (13). Die abfließende Sole kann zum Zwecke der Salzgewinnung weiter eingedampft werden. Dieses kann je nach ökonomischen Voraussetzungen in offenen Freilandbecken (herkömmliche Salzgewinnung in Mittelmeer-Ländern) oder unter Nutzung der Abwärme der Kältemaschine nach Unteranspruch 4 in einer hierfür speziell gefertigten Anlage erfolgen. In dieser wird die Abwärme in einen Kühlturm geleitet, der von elastischen Trennwänden - z.B. aus hochelastischen Kunststoff - durchzogen wird. Werden in diese Hohlräume eingelassen, so kann durch deren Aufpumpen eine Formveränderung hervorgerufen werden, durch die das Salz abgesprengt wird und unterhalb der Wände aufgefangen wird. Gleiches läßt sich erreichen, indem die Trennwände mechanisch wechselweise gestreckt und entspannt werden.

Die Reinheit des gewonnenen Brauchwassers kann wahlweise erhöht werden, indem das Kondensat erneut verdampft wird, um durch mehrstufige Verdunstung geringere Restbestände an Salzen im Endkondensat zu belassen.

Das Kondensat wird sich bei sehr niedrigen Aussentemperaturen an den Aussenwänden des Gewächshauses sammeln und an der schräge anzuordnenden Dachfläche und an den Wänden herunterlaufen. Es kann direkt in die Bodenwanne ablaufen, in der Hydrokultur betrieben werden kann, oder es wird in

Auffangrinnen (14) gesammelt, ggf. mit Nährstoffen angereichert und versprengt oder verrieselt, um den Pflanzen zugeführt zu werden.

Bei hohen Aussentemperaturen wird die Kondensation am Boden und im schattigen Bereich der Pflanzen stattfinden, da die Pflanzen ein Kleinklima schaffen, das bei hohen Oberflächentemperaturen kühlen Untergrund bewahrt. Das Wasser wird somit den Pflanzen direkt zugeführt.

Da sich in der Regel süßwasserarme Regionen durch sehr heißes Tages-Klima auszeichnen, durch das in den Gewächshäusern Temperaturen entstehen, die Pflanzenwuchs beeinträchtigen, höhere Wassergaben erfordern und ein Arbeiten des Personales erschweren, ist eine Kühlung erforderlich. Diese wird schachtartig angeordnet und zwar ausgehend von dem höchsten Bereich oberhalb des Verdunstungsbehältnisses. Sie besteht aus einem Kühlkörper, der von einem kühleren Medium (z.B. heruntergekühltes Wasser) durchströmt wird. Wahlweise können z.B. verschiedene Arten herkömmlicher Radiatoren und Platten auch mit zusätzlichen Konvektoren verwendet werden, wie sie im Heizungsbau bekannt sind. Durch die senkrechte Anordnung der Kühloberflächen wird das gesättigte Träger-Medium an diesen kondensieren und es wird eine fallende Strömung entstehen, die gesättigte Warmluft nachsaugt. Die Zirkulation erfolgt durch Schwerkraft.

Die Menge der Restfeuchtigkeit der Luft ist bestimmt durch die Temperatur des Kühlers. Die Steuerung der Kühltemperatur verändert die Feuchtigkeitsmenge, die im Schatten der Pflanzen auskondensiert. Die unter dem Kühler aufgefangene Wassermenge kann mit Nährstoffen angereichert, versprüht, verrieselt oder bevorratet bzw. bei Wasserüberschuß extern verwendet werden z.B. in angeschlossenen Freilandkulturen.

Alternativ kann eine flächenförmige Verregnung erreicht werden, indem z.B. mittels eines flächendeckenden Systems von Rohrsträngen, das ggf. zwecks Erhöhung des Wärmeaustausches und der Beregnung mit einem Wärmeleitenden Gitternetz verbunden ist und das von der gesättigten Warmluft durchströmt wird, die gesamte Pflanzfläche überspannt wird. In diesem Falle ist die entfeuchtete Luft mittels mehrerer Luftschächte vom unteren Bereich des Gewächshauses in den Bereich oberhalb des Verdunstungsbehältnisses zu führen.

Das flächenförmige System kann zugleich durch Lamellen gebildet werden, die entweder mit dem Rohrnetz eine wärmeleitende Einheit bilden oder aber die selbst als Hohlkörper ausgebildet sind und von dem Kühl-Medium durchströmt werden. Die Lamellen sind schwenkbar zu montieren. Durch Veränderung des Anstellwinkels wird die Besonnung der darunterliegenden Fläche variiert. Eine nach unten gewölbte oder winkelige Form der Lamellen ist geeignet, die Bestrahlung der Kulturfläche im Tagesverlauf bei sich veränderndem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auszugleichen.

Die Lamellen können zusätzlich auf der der Sonne zugewandten Seite als Reflektoren ausgebildet werden. Werden diese so eingestellt, daß die Verdunster damit angestrahlt werden, so erhöht sich hierdurch die Verdunstung und damit die Produktion von Brauchwasser.

Um die Anlage unabhängig von der Infrastruktur und unabhängig

von externer Versorgung betreiben zu können, ist die Kühlung mittels einer Absorbtionsanlage vorgesehen, die den Vorzug hat, mit Solar-Energie betrieben werden zu können. Eine andere Erzeugung der Kühlung ist dabei nicht ausgeschlossen. Es wird auf herkömmliche Methoden zurückgegriffen. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit kann auf Anlagen verzichtet werden, die im Gefrierbereich arbeiten. Der Betrieb des Kochers derartiger Absorbtions - Kältemaschinen mittels Solar-Kollektoren erhöht jedoch die Unabhängigkeit von Versorgungsnetzen. Erfindungsmäßig wird die Abwärme derartiger Anlagen genutzt, um die gewonnene konzentrierte Sole weiter einzudicken und das auskristallisierende Salz zu trocknen. Es wird hierdurch möglich, die letztlich durch die Kollektoren gewonnene Energie wirtschaftlich zu nutzen, da diese andernfalls als Abwärme verlorengehen würde und für die Salzgewinnung zusätzlich erzeugt werden müßte. Die Verwertung der Abwärme erfolgt in einem Verdunstungsraum, der mit elastischen, gewellten Zwischenwänden durchzogen ist, über denen die konzentrierte Sole versprüht wird. Nach Kristallisation und Austrocknung wird das Salz durch mechanische oder pneumatische Formveränderung abgesprengt und zur Verpackung aufgefangen.

#### VORTEIL DER ERFINDUNG:

Der Vorteil besteht darin, daß ohnehin vorhandenen Gewächshäuser zusätzlich die Aufgabe des Entsalzung mittels Einbaues der erforderlichen Verdunstungsbehältnisse und Kühleinrichtungen übernehmen können, wodurch das sonst unökonomische Verfahren der Verdunstung wirtschaftlich wird. Zudem steuert sich die Anlage weitestgehend selbsttätig, da bei hoher Strahlungsintensivität auch hohe Wasserproduktion erfolgt. Der Bewuchs fördert die Effektivität der Anlage durch natürliche Steigerung der Kondensation. Die Anlage ist unabhängig von der übrigen Versorgung funktionsfähig und kann in allen Trocken-Regionen eingesetzt werden, in denen Salzwasser und Sonneneinstrahlung vorhanden ist. Die Anlage erzeugt -abgesehen von Abwärme der Kühlanlage in geringem Umfang- keine umweltbelastenden Nebenprodukte. Der Standort der Anlage ist unabhängig von der Infrastruktur der Region.



